

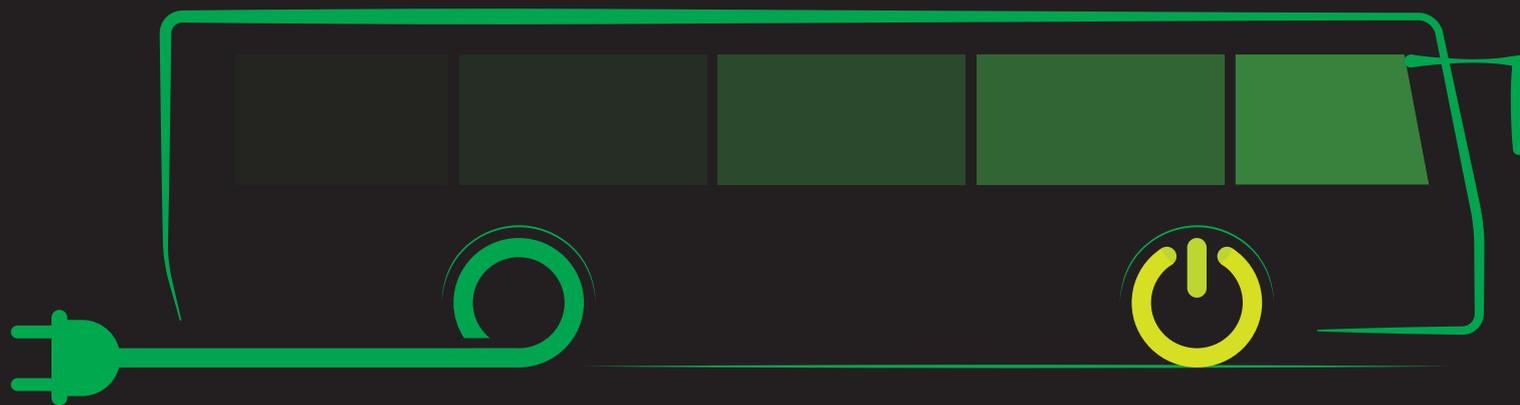


dire, fare
verificare

di Michele Ciceri

L'autobus elettrico

per le città, i piccoli centri e le isole italiane



Una rivoluzione già in corso:
entro il 2022 nessuna azienda
del trasporto pubblico locale
ordinerà più autobus
con motore termico a pistoni



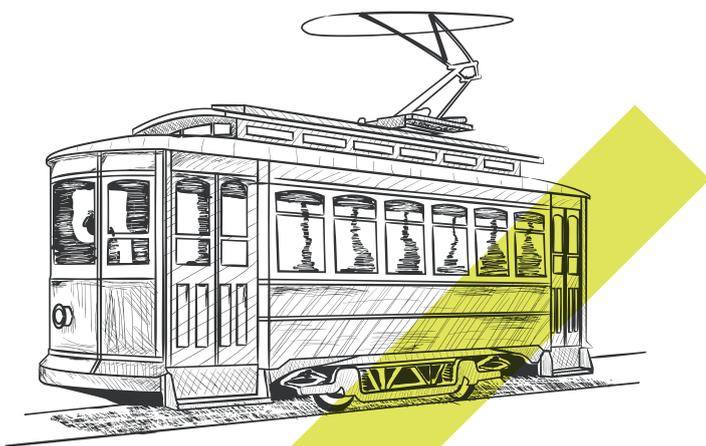
Mario Pagliaro, relatore alla
Energy Management Conference di Soiel International.
Prossimo appuntamento a Padova il 15 ottobre 2019



Ricercatore al Cnr, **Mario Pagliaro** è uno degli scienziati italiani più citati al mondo nel campo delle nanotecnologie e della scienza dei materiali. Il suo sito, qualitas1998.net, è online dal 2000.

Intervistati a maggio 2019 da *Sustainable Bus*, suggerivamo al perplesso intervistatore che ci faceva notare come nel 2018 in Europa solo un autobus su 20 tra quelli acquistati fosse elettrico, perché in pochi mesi si sarebbe realizzata l'attesa svolta; con centinaia di nuovi ordini provenienti proprio dall'Europa dove sugli autobus elettrici sono state sollevate la più svariate obiezioni e perplessità ("le batterie inquinano"; "mancano di versatilità", "l'autonomia è troppo bassa", "il prezzo insostenibile" etc. etc.). Come anticipato anche in *Helionomics* (Egea, 2018), invece, l'autobus elettrico sarà il primo veicolo elettrico la cui diffusione di massa metterà fine alla produzione di autobus col motore a combustione interna entro pochissimi anni. Noi riteniamo che entro i prossimi tre anni nessuna azienda del trasporto pubblico locale in Europa ordinerà più autobus con il motore a pistoncini. E infatti, dopo una lunga attesa e mentre in Cina già circolano oltre 400mila autobus elettrici, le città europee sembrano essersi svegiate: Parigi ordina i primi 1000 autobus, seguita da Milano con 250, Varsavia e Gotenborg ne ordinano ognuna 130, Berlino 90, Londra ne aggiunge 34 alla flotta che era già la maggiore in Europa, Oslo 70, e persino la piccola Osnabrück ne ordina 49 in aggiunta ai 13 già su strada. Mosca ad Aprile 2019 ne ordina altri 100 che si vanno ad aggiungere ai primi già in circolazione dal precedente mese di Settembre 2018. La società di Stato annuncia di volerne comprare 300 all'anno nel biennio 2019-2020. E dal 2021, solo autobus elettrici al posto di quelli diesel (la Russia, ricordiamo, è insieme all'Arabia Saudita il più grande produttore mondiale di petrolio). Un elenco completo sarebbe già obsoleto al momento della pubblicazione di questo articolo. Più utile è invece comprendere perché l'autobus elettrico, attualmente venduto in Europa al doppio di un autobus convenzionale, sostituirà così rapidamente quello termico a combustibili fossili.

Sono davvero affidabili stime così audaci, che parlano della fine imminente dell'autobus che gli europei conoscono da quasi un secolo? Quali sono le ragioni tecnologiche ed economiche a supporto di una tale visione? Dopotutto, le stime dell'associazione internazionale delle aziende del trasporto pubblico locale (la Uitp) dicono che solo nel 2030, gli autobus elettrici rappresenteranno la metà del mercato degli autobus urbani in Europa. Mentre una nota società di consulenza sostiene in suo recente rapporto che il raggiungimento della parità di costo (il total cost of ownership, o Tco) tra autobus diesel ed elettrici sarà raggiunto solo fra il 2023 e il 2025.



Bye Bye tram

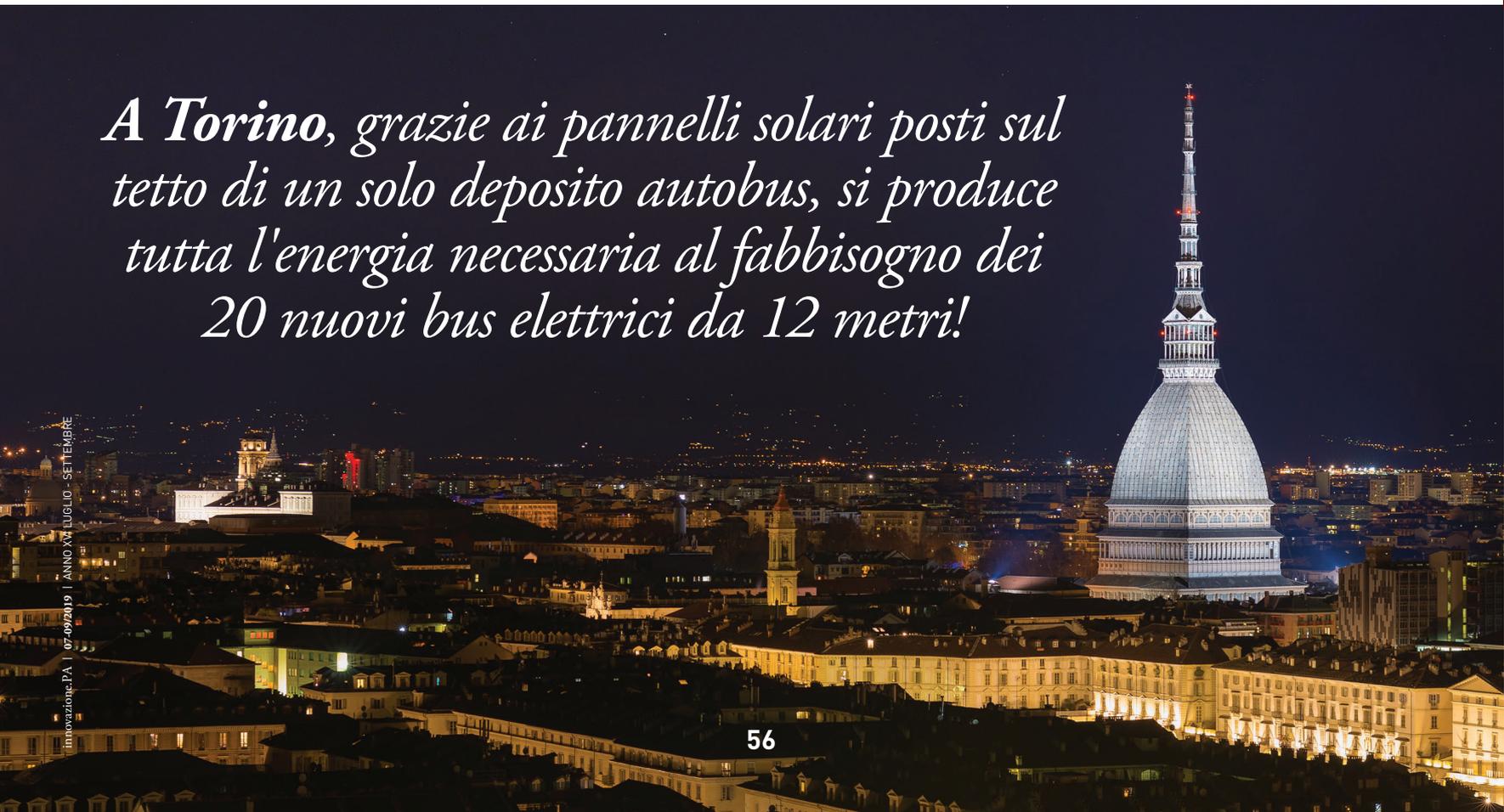
L'autobus elettrico, come il tram, non emette fumi tossici e arriva dappertutto, senza dover passare linee ferrate in città. I costi di percorrenza sono drasticamente più bassi (0.2 Euro/km stimati per gli e-bus da 8 m che stanno per entrare in servizio a Messina). Così come avvenuto col telefono fisso, eliminato dal telefono mobile, il bus elettrico manderà il tram al museo.

L'autobus elettrico è più flessibile

Insieme al costo elevato, la critica che più spesso viene rivolta all'autobus elettrico è la sua mancanza di flessibilità dovuta alla bassa autonomia e alla necessità di costruire l'infrastruttura di ricarica. Al contrario, l'autobus elettrico è più flessibile dell'autobus con il motore termico: si possono dispiegare autobus elettrici di qualsiasi taglia sulle rotte e nei contesti urbani ed extraurbani più svariati, a un costo e in tempi che non hanno paragone con qualsiasi tecnologia concorrente. L'infrastruttura primaria che veicola l'energia necessaria agli autobus, infatti, è già esistente, ed è la rete elettrica in alta e media tensione che in Europa da decenni arriva ovunque.

Parlano i fatti: a **Londra**, nel 2016 hanno impiegato 3 settimane per riconvertire da diesel a elettrico il deposito dei 46 bus elettrici che adesso servono insieme ad altri 5 autobus (tutti elettrici) le due linee più frequentate della città: la 507 e la 521. La società del trasporto pubblico locale ha fatto installare due trasformatori (le famose 'cabine') e 43 colonnine di ricarica controllate da un sistema di gestione digitale. I 51 autobus in questione ricaricano la notte, assorbendo una potenza massima di 2,2 MW (2200 chilowatt) dalla rete elettrica, e poi viaggiano ogni giorno per 16 ore, percorrendo oltre 300 km. In 3 anni di esercizio, non si è registrata una singola interruzione del servizio di ricarica. Mentre gli autobus hanno fatto registrare un tasso di

A Torino, grazie ai pannelli solari posti sul tetto di un solo deposito autobus, si produce tutta l'energia necessaria al fabbisogno dei 20 nuovi bus elettrici da 12 metri!



A Londra, nel 2016 hanno impiegato 3 settimane per riconvertire da diesel a elettrico il deposito dei 46 bus elettrici che adesso servono insieme ad altri 5 autobus (tutti elettrici) le due linee più frequentate della città

disponibilità per l'esercizio superiore al 98%: cioè, in pratica, non si rompono mai, che è una caratteristica intrinseca del motore elettrico e delle moderne batterie agli ioni di litio. Il costo di esercizio è radicalmente più basso di quello del più moderno autobus spinto dai pistoni e dai combustibili fossili perché l'energia elettrica, oltre che acquistata a un prezzo molto basso come avviene a Londra con la ricarica notturna, può essere interamente autoprodotta.

Torino: da due anni ormai 20 autobus elettrici da 12 metri viaggiano a costo energetico nullo. La società che li gestisce si autoproduce dal sole tutta l'energia necessaria. Dal 2013 ha installato sul tetto del deposito di Gerbido un impianto fotovoltaico da 1 MW che produce circa 1,1 milioni di kWh (chilowattora) all'anno. I 20 autobus elettrici in questione percorrono circa 700mila km all'anno consumando poco più di 700mila kWh. Solarizzando con il fotovoltaico il tetto di depositi ed edifici comunali, le città proprietarie delle aziende del trasporto pubblico locale faranno crollare gli ingenti costi economici che sostengono oggi per mandare avanti gli autobus acquistando ogni anno il gasolio e il gas naturale consumati dai motori termici dei loro autobus.

Il primo deposito di bus a gasolio in Europa convertito da diesel ad elettrico è il Garage Waterloo di Londra in 3 settimane. Due sottostazioni e due trasformatori (da 11.000 a 400 V) in uno spazio ristretto e senza possibilità di espansione insieme alla rete di 43 colonnine di ricarica (39 da 40 kW e 4 da 80 kW).

I 51 autobus delle linee 507 e 521 vengono operati 16 h al giorno da quasi 3 anni, con una disponibilità record superiore al 98%. La ricarica si effettua la notte, quando le tariffe sono bassissime, con un assorbimento di potenza massimo di 2,2 MW. Non un singolo problema tecnico con interruzione del servizio di ricarica in oltre 2 anni di servizio, nonostante i grandi consumi elettrici della zona.

Costo insostenibile?

Resta però il fatto che un autobus elettrico, anzi il ‘sistema autobus elettrico’ fatto da autobus e sistema di ricarica, attualmente costa circa il doppio di un autobus a gasolio o a metano. Il prezzo più elevato è dovuto alla perdurante assenza di produttori delle batterie agli ioni di litio in Europa (meno dell’1% di quelle prodotte nel mondo). Con l’aumento della concorrenza e l’avvio della produzione delle batterie agli ioni di litio anche in Europa, i prezzi crolleranno. Lo hanno già fatto in Cina, dove si produce la quasi totalità delle batterie al litio, e dove nessuna città compera più autobus con motore a combustione. In Spagna è già aperto un nuovo stabilimento di autobus elettrici. Idem in Germania, Russia, Stati Uniti, Ungheria, Bielorussia, Francia, Regno Unito e Italia. Lo stesso avverrà a breve in India, ma anche in Marocco ed anche in Uganda. A quel punto, raggiunta e superata la parità di costo dell’investimento iniziale, nessuna città o regione acquisterà più autobus o pullman a combustione, e la loro produzione cesserà. La tecnologia, infatti, non ha eguali in termini di prestazioni e flessibilità. Ad Oslo, dopo aver testato con successo due autobus elettrici snodabili da 18 metri per oltre un anno sulle due linee con maggiori passeggeri di tutta la nazione, la 31 e la 31E, l’azienda del trasporto pubblico locale ne ha ordinati altri 42. Gli autobus e

i sistemi di ricarica infatti non hanno mostrato alcun problema nonostante gli ultimi due gelidi inverni norvegesi. Esattamente come avvenuto questo inverno a Mosca con i primi 45 autobus elettrici: tutti prodotti in Russia. E tanto Mosca che Milano, hanno già annunciato che a breve smetteranno di comprare autobus che non siano elettrici.

Una tecnologia di cui le città e le isole italiane hanno necessità

L’Italia ospita il maggiore patrimonio storico-artistico al mondo, che si ritrova in gran parte nelle sue città chiamate appunto ‘città d’arte’. Allo stesso tempo, le città italiane sono soffocate dallo smog e dal rumore. L’autobus elettrico azzera tanto le emissioni di fumi tossici quanto il rumore. A Torino, dove i bus elettrici circolano spesso a breve distanza dalle linee del tram, hanno misurato i decibel emessi dai nuovi autobus e hanno scoperto come il tram al confronto sia una fonte di rumore e vibrazioni significative. Sono pronti e disponibili sul mercato tanto autobus elettrici poco più grandi di un furgone, perfetti per le isole minori dove saranno ricaricati con l’energia generata dalle pensiline fotovoltaiche, che ‘articolati’ di 27 metri, capaci di trasportare 250 persone.

Solarizzando con il fotovoltaico il tetto di depositi ed edifici comunali, le città proprietarie delle aziende del trasporto pubblico locale faranno crollare gli ingenti costi economici che sostengono oggi per mandare avanti gli autobus acquistando ogni anno il gasolio e il gas naturale consumati dai motori termici dei loro autobus

Il tasso di crescita dei veicoli elettrici (EV) nel mondo

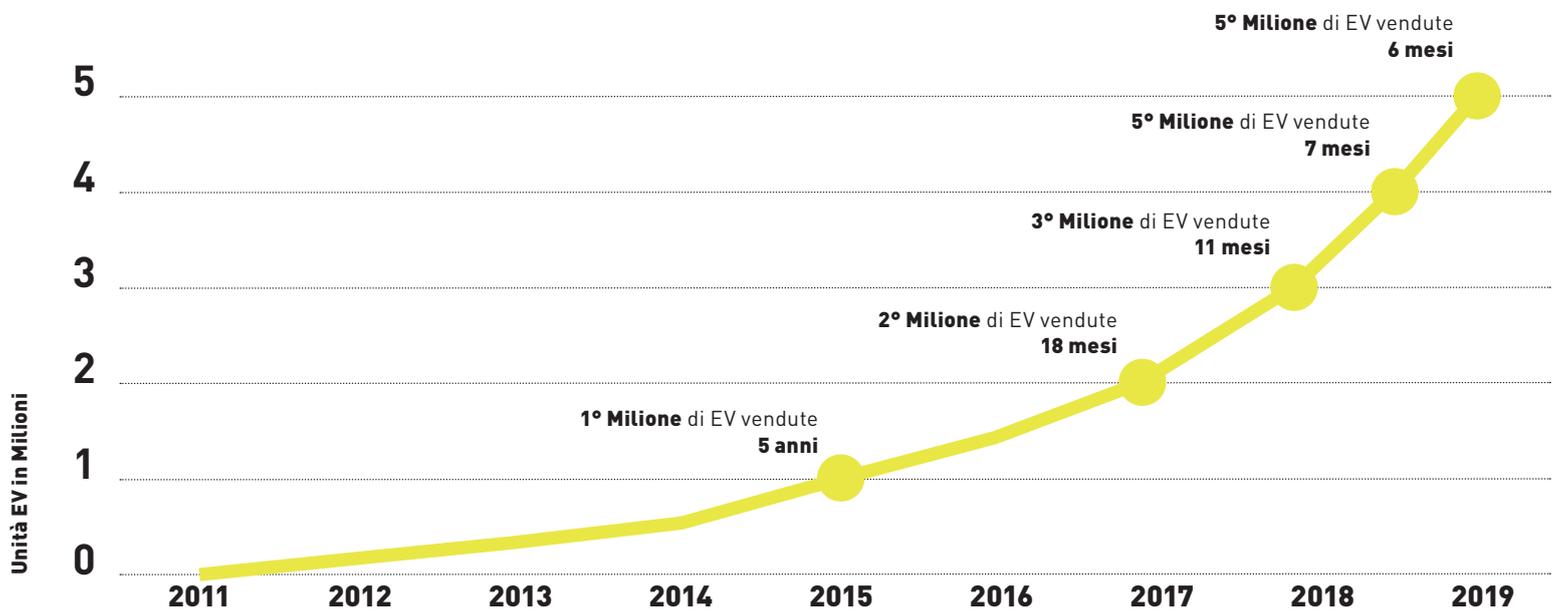


Grafico di Carlo Valente, vaielettrico.it

Sulle isole, il gasolio bisogna portarglielo con le navi con la conseguenza che il prezzo arriva facilmente a superare i 2,5 euro al litro. Quest'anno a Linosa, i residenti durante l'inverno sono rimasti senza gasolio per mesi a causa dei lavori all'unico distributore dell'isola. Alcuni bambini erano costretti a percorrere ogni giorno alcuni chilometri a piedi per andare a scuola. Con lo scuolabus elettrico a ricarica fotovoltaica, il Comune potrà offrire il servizio senza alcun costo per il combustibile che, semplicemente, non serve più.

Come avviene dallo scorso Dicembre a **Treviso**, dove tre autobus elettrici da 42 posti di produzione italiana circolano sulla linea 7 che collega la città da Nord a Sud, attraversando il centro storico e la relativa piazza dei Signori. Oppure a **Roma**, dove a Maggio prima e ad Agosto poi sono tornati in esercizio i minibus elettrici abbandonati dalle precedenti amministrazioni cui sono state sostituite le obsolete batterie agli ioni di piombo con leggere e capienti batterie agli ioni di litio. Dopo la linea 119, da Piazza del Popolo a Piazza Venezia, la linea 117 collega Piazza San Giovanni in Laterano a Largo Chigi. A breve, completate le attività di riparazione e la sostituzione di tutte le batterie, la flotta di minibus elettrici in dotazione all'azienda del trasporto locale sarà di 25 minibus.

Comprendere la legge esponenziale

Il bel grafico prodotto di recente da *Carlo Valente di andiamoelettrico.it* mostra la crescita esponenziale del mercato mondiale dell'auto elettrica: il tasso di crescita è esponenziale. Il parco globale dei veicoli elettrici a batteria, che a Giugno 2019 superava i 5 milioni, raddoppia ogni 18 mesi. L'unica funzione matematica la cui derivata -- il tasso di crescita -- è eguale alla funzione stessa è la funzione esponenziale. Sono gli effetti di questa legge di potenza ad avere letteralmente 'demolito' il prezzo dei pannelli fotovoltaici, facendolo crollare al di sotto dei 30 centesimi di euro e, fra poco, dei 20 centesimi per poi raggiungere fra pochi anni i 10 centesimi e ancora più in giù. Ed esattamente come nel caso dei diodi che costituiscono le celle solari, sono stati l'entità degli investimenti e il livello tecnologico del sistema produttivo cinese, a far crollare i prezzi delle celle solari fotovoltaiche, lo stesso trend si registra oggi per le batterie agli ioni di litio, per oltre il 60% prodotte in Cina.

Gli autobus elettrici, inclusi quelli assemblati in Europa, montano queste batterie. Ogni veicolo elettrico, infatti, utilizza pochissime parti oltre al motore elettrico e alle celle delle batterie. Di queste componenti, meno di 20 sono

Il futuro a Milano

situazione 2018

25 bus elettrici

27 bus ibridi

Vengono assegnati contratti per:

80 nuovi tram

80 nuovi filobus

obiettivo 2021

200 bus elettrici

270 bus ibridi

- 6 milioni di litri di gasolio all'anno

- 15 mila tonnellate di CO₂ all'anno

obiettivo 2030

1.200 bus elettrici

4 nuovi depositi *full electric*
e 3 completamente rinnovati

- 30 milioni di litri di gasolio all'anno

- 75 mila tonnellate di CO₂ all'anno

Il mercato degli autobus è in fase di boom in tutta Europa. Solo in Italia, il 2018 ha registrato un aumento superiore al 48% rispetto al 2017

quelle in movimento durante il movimento dell'autobus elettrico. Questo spiega perché il tasso di disponibilità per l'esercizio superiore dei 51 autobus elettrici in servizio da tre anni a Londra sulle linee 507 e 521 è risultato superiore al 98%. Per inciso questo significa anche che l'attuale industria dell'automotive in cui migliaia di aziende riforniscono di componenti i pochi produttori di auto, autobus e camion ne sarà interamente trasformata. E infatti gli ordinativi ai fornitori di componenti in Europa sono già crollati, e i pochi rimasti coprono pochi mesi. E spiega anche come i produttori di autobus elettrici, siano in grado di scalzare i produttori tradizionali già adesso sui tempi di consegna.

Il mercato degli autobus

Il mercato degli autobus è in fase di boom in tutta Europa. Solo in Italia, il 2018 ha registrato un aumento superiore

Aziende italiane: dove siete?

In Italia, la produzione domestica di autobus è quasi azzerata: da una produzione media annua di quasi 2.600 autobus dal 2000 al 2008 (era di oltre 5.700 nel decennio precedente), si è passati a poco meno di 500 autobus nel triennio 2016-2018

La Regione Piemonte nel 2016 paga quasi 450 mila Euro per ognuno dei 19 autobus elettrici e relativi sistemi di ricarica: finiranno a Torino e a Novara (**un solo partecipante alla gara**)

A Bergamo nel Marzo 2017 l'azienda comunale aggiudica la gara l'acquisto di 12 autobus elettrici e relativi impianti di ricarica e pensiline hi-tech: 6,5 milioni la base d'asta (541 mila Euro a bus, **un solo partecipante**)

A Milano, nel Febbraio 2017, gara per 25 bus da circa 12 metri (**due partecipanti**)

In Consip, fine 2018, **due partecipanti** per gara per 50 e-bus, relative stazioni di ricarica rapida e servizio manutenzione 'full service': basa d'asta, poco meno di 39 milioni di Euro

al 48% rispetto al 2017 per il segmento sopra le otto tonnellate, con circa 3.400 autobus acquistati dalle varie città. “Il boom”, leggiamo su autobusweb.com, “ha avuto pesanti ripercussioni sui siti produttivi europei... messi alla frusta perché incapaci di evadere gli ordini. Infatti, se domani un'azienda di trasporto dovesse indire una gara di acquisto avente come termine di consegna i 180 giorni dall'aggiudicazione nessun costruttore presenterebbe offerta perché la probabilità di pagare pesanti penali sarebbe troppo alta”.

La costruzione di un autobus elettrico richiede un semplice lavoro di assemblaggio che si conclude in pochi giorni. La velocità di produzione di uno stabilimento di produzione di autobus elettrici è pressoché interamente determinata dalla disponibilità delle batterie. La scocca in alluminio e il motore elettrico sono facilmente reperibili sul mercato. Non così per le batterie, la cui mancanza all'inizio del 2019 ha imposto ad un grande produttore di autobus e pullman tedesco di rinviare il passaggio alla completa “elettrificazione” della produzione. In Italia, la situazione industriale è particolarmente

grave. “La produzione domestica di autobus” scrivono gli analisti di Anfia (l'Associazione dei produttori della filiera automobilistica), “è quasi azzerata: da una produzione media annua di quasi 2.600 autobus dal 2000 al 2008 (era di oltre 5.700 nel decennio precedente), si è passati a poco meno di 500 autobus nell'ultimo triennio 2016-2018”.

Noi riteniamo – e abbiamo scritto in Helionomics già nel 2018 – che in Europa non esistano alternative all'intervento diretto dello Stato per realizzare in tempi rapidi gli impianti per la produzione delle celle agli ioni di litio necessari alle oltre 19 milioni di auto e alle migliaia di autobus che ancora si producevano in Europa nel 2017.

L'auspicio, in conclusione, è che con il consorzio europeo per la produzione di batterie agli ioni di litio, per il quale di recente Francia e Germania hanno annunciato la costituzione richiedendo l'approvazione comunitaria agli “aiuti di stato” per il consorzio, non avvenga come nel caso della produzione degli aerei, in cui il consorzio europeo esclude l'Italia fin dalla sua fondazione.